

10/578769

1AP20 Rec'd PCT/PTO 09 MAY 2006

*Application for*  
**UNITED STATES LETTERS PATENT**

*of*

**KEN TAKEI**

**TOMOYUKI OGAWA**

**MORIHIKO IKEGAWA**

**AND**

**KEISUKE FUKUCHI**

**FOR**

**ANTENNA AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME, AND PORTABLE  
WIRELESS TERMINAL USING THE SAME**

## 明 細 書

アンテナ及びその製造方法並びに同アンテナを用いた携帯無線端末

## 5 技術分野

本発明は、マルチメディアサービスをユーザに提供する無線端末のアンテナに係り、特に複数のサービスを異なる周波数の電磁波を媒体とする情報伝送によって行なうマルチメディア無線端末に適用して好適なマルチモード対応のアンテナ及びその製造方法に関し、同アンテナを用い

10 た携帯無線端末に関する。

## 背景技術

近年、種々の情報伝達、情報提供に関するサービスを無線を利用して提供するマルチメディアサービスが盛んになりつつあり、多数の無線端  
15 末が開発され実用に供されている。これらサービスは、電話、テレビ、LAN (Local Area Network) 等年々多様化しており、全てのサービスをユーザが享受するためには、個々のサービスに対応する無線端末を所持することになる。

このようなサービスを享受するユーザの利便性向上に向けて、マルチ  
20 メディアサービスを、いつでもどこでもメディアの存在を意識させずに、即ちユビキタスにユーザに提供しようとする動きが始まっており、一つの端末で複数の情報伝達サービスを実現する、いわゆるマルチモード端末が部分的ながら実現している。

通常、無線によるユビキタスな情報伝達のサービスは電磁波を媒体と  
25 するので、同一のサービスエリアにおいては、一種類のサービスにつき一つの周波数を使用することにより、複数のサービスがユーザに提供さ

れる。従って、マルチメディア端末は、複数の周波数の電磁波を送受信する機能を有することとなる。

従来のマルチメディア端末においては、例えば、一つの周波数に対応するシングルモードのアンテナを複数個用意し、それらを一つの無線端末に搭載する方法が採用される。この方法では、それぞれのシングルモードアンテナを独立に動作させるために波長程度の距離を離してこれらを搭載する必要がある、通常のユビキタスな情報伝送に関するサービスに用いられる電磁波の周波数が自由空間伝播特性の制限により数百MHzから数GHzに限定されるため、アンテナを隔てる距離が数十cmから数mとなり、従って、端末寸法が大きくなりユーザの持ち運びに関する利便性が満足されない。また、異なる周波数に感度を有するアンテナを距離を隔てて配置するため、アンテナに結合する高周波回路も該周波数毎に分離・設置する必要がある。

そのため、半導体の集積回路技術を適用することが困難となり、端末寸法が増大するのみならず高周波回路のコスト高を招く問題がある。強いて集積回路技術を適用して回路全体を集積化しても高周波回路から個々の距離が離れたアンテナまで高周波ケーブルで結合する必要性が生じる。ところで、ユーザが携帯可能な寸法の端末に適用可能な高周波ケーブルの軸径は、1mm内外の径を持つ。そのため、現状では同高周波ケーブルの伝送損失は、数dB/mに達する。このような高周波ケーブルの使用により、高周波回路が消費する電力が増加し、ユビキタス情報サービスを提供する端末の使用時間の著しい低下、或いは電池体積の増大による端末重量の著しい増加を引き起こし、端末を使用するユーザの利便性を著しく損なう問題がある。

このような、複数の情報サービスをユーザに提供するマルチモード無線端末の諸課題を解決する重要な要素の一つが複数の周波数の電磁波に

対して感度を有するマルチモードアンテナである。アンテナ構造が単一で且つ複数の周波数に対応する単一の給電点を有し、マルチモード端末の高周波回路部と電氣的結合を行ない自由空間と該高周波回路部との間の通信信号の送受を可能とするマルチモードアンテナが既に幾つか提案  
5 されている。

従来のマルチモードアンテナとして、例えば、特開 2 0 0 3 - 1 0 1 3 2 6 号公報（文献 1）に開示された 2 モードアンテナがある。このアンテナは、導体平板の一部を削除してコの字スリットを形成し、同コの字スリット内に L 字導体を追加する構造をなしている。コの字スリット  
10 が第一の周波数で動作し、主に L 字導体が第二の周波数で動作する。各周波数領域における電磁波の放射機構は互いに直交するそれぞれの構造を含む放射素子によっている。

従来の 2 モードアンテナの別の例として、特開 2 0 0 3 - 1 5 2 4 3 0 号公報（文献 2）に、スリットを有する導体の内部に 2 つの対向する  
15 線状導体を形成したアンテナが述べられている。線状導体は、スリットの給電線路としても動作し、スリットと給電線路で異なる周波数の電磁波の送受信が行なわれる。その動作原理は上記文献 1 と同様である。

#### 発明の開示

20 上述の従来のマルチモードアンテナでは、異なる周波数で自由空間に電磁波を効率よく放射させるために、互いに干渉が少なくほぼ独立して動作する複数の放射導体が直交して配置される。そして、スリットと線状導体を別構造にし、異なる周波数で独立に動作するアンテナ構造を採用することが必要になる。そのため、放射すべき電磁波の周波数が増え  
25 るにつれ、独立の構造が増加し、全体としてマルチモードアンテナの寸法或いは体積を小さく抑えることが極めて困難になる。実際に、上記の

文献 1, 2 には、3 モード以上のマルチモードアンテナについて示されていない。

本発明の目的は、安価且つ小型のマルチメディア無線端末を具現するための小型のマルチモードアンテナ、特に 2 モードのみならず、3 モード以上の多モードで動作するアンテナ及びその製造方法を提供し、同アンテナを搭載する携帯無線端末を提供することにある。

上記目的を達成するための本発明のアンテナは、接地電位を有する接地導体と、接地導体の一端とする単一の給電点と、給電点に供給された高周波電力を入力して複数の周波数の電磁波を空間に放射する複数の伝送線路とを具備し、複数の伝送線路は、複数の周波数の電磁波を共通して空間に放射する伝送線路を含み、給電点において複数の周波数に対してインピーダンス整合が行なわれることを特徴とする。

上記目的を達成するための本発明のアンテナは、また、接地電位を有する接地導体と、同接地導体の一端とする単一の給電点と、同給電点に供給された高周波電力を入力して複数の周波数の電磁波を空間に放射する複数の伝送線路とを備え、複数の伝送線路は、複数の周波数の電磁波を共通して空間に放射する伝送線路を含み、複数の周波数が 2 周波数の場合、上記複数の伝送線路は、一端が給電点に接続され、他端が分岐点に接続された伝送線路と、分岐点に接続された伝送線路とを含み、複数の周波数が 3 周波数以上の場合、上記複数の伝送線路は、一端が給電点に接続され、他端が分岐点に接続された伝送線路と、分岐点間に接続された伝送線路と、分岐点に接続された伝送線路とを含み、給電点において複数の周波数に対してインピーダンス整合が行なわれるように上記複数の伝送線路のそれぞれの長さが設定されることを特徴とする。

構成要素である複数の伝送線路を備えた本発明のアンテナは、複数の周波数帯域で共通して電磁波を自由空間中に放射する伝送線路を含むと

ともに、これら複数の伝送線路が、単一の給電点に対して、マルチモードの各動作周波数でインピーダンス整合を実現する分布定数整合回路を形成する。

5 該伝送線路から自由空間に放射される電磁波エネルギーを伝送線路からなる分布定数回路の失うエネルギーと考え、これを損失と考えることにより、通常の分布定数回路理論を拡張して、マルチモードアンテナの各動作周波数で単一の給電点に対するインピーダンス整合条件が設計可能となる。本発明のアンテナは、従来のアンテナのように小体積中に異なる周波数で動作する複数のアンテナ構造を埋め込むのではなく、複数  
10 の伝送線路で構成される構造全体から、動作すべき各周波数帯域で電磁波エネルギーを非局所的に放射する。そして、自由空間とアンテナ給電部に結合する高周波回路部とのインピーダンス整合が伝送線路のリアクタンス成分で実行される。

異なる周波数で動作する複数のアンテナ構造を小体積に一体化した従来の構成では、各周波数に付き、電磁波を放射する主たる部分は局在化  
15 され、このために複数の電磁波を放射する複数の放射導体を小体積中に互いに干渉少なく配置することが必要になる。そのため、アンテナ全体として体積増加を避けることができない。

一方、本発明のアンテナは、動作すべき各周波数帯域で非局所的に電磁  
20 波をアンテナから自由空間に放射することが基本動作原理であるから、従来のように複数の放射導体を電磁波の放射現象によって互いに干渉しないように配置するといった配慮は不必要で、本発明からなるアンテナの要素である伝送線路を線状導体或いは狭幅ストリップ導体で構成し、これらを小体積中或いは小寸法中に単純に配置することが可能となる。

25 本発明によるマルチモードアンテナでは、電磁波エネルギーは各周波数において複数の伝送線路より局在化せずに放射されるので、従来の上

記文献 2 のような周波数毎に異なるモード（例えばダイポールモードとループモード）で共振する構造を持つアンテナと比べて、電磁波が放射される際に殆ど放射に寄与しないアンテナ構造の部分が少ないという特徴がある。

- 5     アンテナの重要な特性の一つであるインピーダンス整合帯域は、長波長効果によってマルチモードアンテナの放射に寄与する導体部の電流パスの全長或いは寸法が短いほど広くなる。アンテナのインピーダンス整合は、伝送線路によって表現することが可能である。伝送線路の電気特性は、光速  $c$ 、周波数  $f$ 、線路長  $L$  及び伝播定数  $\beta$  を用いて式（1）に
- 10    示す関数で記述することができる。

$$\tan \beta L = \tan \frac{2\pi}{c} fL \quad \dots (1)$$

そして、その周波数依存性を示す伝送線路の電気特性の周波数微分は、式（2）のように表される。

$$\frac{\partial}{\partial f} \tan \frac{2\pi}{c} fL = \frac{2\pi}{c} L \sec^2 \frac{2\pi}{c} fL \quad \dots (2)$$

- 15    式（2）で示されるように、伝送線路の電気特性の周波数微分は、線路長  $L$  に比例する。このため、線路長  $L$  が大きいほどアンテナが共振する周波数帯でのインピーダンスの周波数に対する変化が急峻になり、結果として同周波数帯でのインピーダンス整合帯域が狭くなる。即ち、長波長効果によって整合帯域が狭くなる。

- 20    本発明では、アンテナを構成する伝送線路から電磁波が各周波数で非局在化して放射されるので、従来技術のマルチモードアンテナとは異なり、特定の伝送線路が複数の周波数に対して共通して放射に寄与していることになり、この共通部分の存在がマルチモードアンテナの放射に寄与する導体部の電流パスの全長或いは寸法の低減に寄与している。従っ

て、従来技術のマルチモードアンテナに比べて上記電流パスの全長或いは寸法が短いので、本発明のアンテナにおいて広帯域化が可能となる。

本発明のマルチモードアンテナの動作原理は、第 16 図を用いて以下のように説明される。マルチモードアンテナのモード数を  $n$  とし、使用する電磁波の波長を式 (3) のように定義する。

$$\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3 < \dots \lambda_{n-1} < \lambda_n \quad \dots (3)$$

アンテナの整合条件は、給電点においてサセプタンス成分が打ち消されることによって実現可能である。式 (3) の複数の波長において、給電点でのサセプタンスを零にする設計を行なうために、第 16 図の  $S_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n-1$ ) を式 (4) のように置く。

$$S_i = \frac{\lambda_i}{4}, i = 1, 2, \dots, n-1 \quad \dots (4)$$

このようにすることによって、 $\lambda_i$  の波長における給電点のインピーダンス整合を設計するときに、 $L_i$  と  $S_i$  の交点の電位を零にすることができるために、 $L_{i+1} \sim L_n$ 、 $S_{i+1} \sim S_{n-1}$  の伝送線路を考慮する必要がなくなる。

$\lambda_1$  において給電点のサセプタンスを零にするためには、 $L_1 = S_1$  とすれば良い。 $\lambda_2$  において給電点のサセプタンスを零にするための  $L_2$  は式 (5) によって求められる。但し、 $\beta_i = 2\pi / \lambda_i$  である。

$$\cot \beta_2 L_2 = \tan \beta_2 L_1 + \tan \beta_2 S_1 \quad \dots (5)$$

式 (4) 及び  $L_1 = S_1$  の条件から、式 (5) の右辺は正であり、結果として式 (6) が得られる。

$$\beta_2 L_2 < \frac{\pi}{2}, L_2 < \frac{\lambda_2}{4} \quad \dots (6)$$



$\lambda_3$  において給電点のサセプタンスを零にするための  $L_3$  は、式 (7) によって求められる。

$$\cot \beta_3 L_3 = \frac{\tan \beta_3 L_1 + \tan \beta_3 S_1 + \tan \beta_3 L_2}{1 - (\tan \beta_3 L_1 + \tan \beta_3 S_1) \tan \beta_3 L_2} \tan \beta_3 S_2 \quad \dots (7)$$

5

式 (7) の右辺第 1 項の伝播定数に関する微分は、式 (8) となるので、常に正である。

$$\begin{aligned} & \frac{L_1 \sec^2 \beta_3 L_1 + S_1 \sec^2 \beta_3 S_1 + L_2 \sec^2 \beta_3 L_2}{\{1 - (\tan \beta_3 L_1 + \tan \beta_3 S_1) \tan \beta_3 L_2\}^2} + \\ & \frac{\tan^2 \beta_3 L_2 (L_1 \sec^2 \beta_3 L_1 + S_1 \sec^2 \beta_3 S_1)}{\{1 - (\tan \beta_3 L_1 + \tan \beta_3 S_1) \tan \beta_3 L_2\}^2} + \\ & \frac{(\tan \beta_3 L_1 + \tan \beta_3 S_1)^2 L_2 \sec^2 \beta_3 L_2}{\{1 - (\tan \beta_3 L_1 + \tan \beta_3 S_1) \tan \beta_3 L_2\}^2} \quad \dots (8) \end{aligned}$$

10

式 (8) は  $\beta_3 = 0$  で零である。

従って、式 (7) の第 1 項は正、第 2 項も正なので式 (9) を得る。

$$\beta_3 L_3 < \frac{\pi}{2}, L_3 < \frac{\lambda_3}{4} \quad \dots (9)$$

15

ここで、式 (7) の右辺第 1 項を初項とする次の式 (10) の漸化式を導入する。

$$F_2(\beta) = \frac{\tan \beta L_1 + \tan \beta S_1 + \tan \beta L_2}{1 - (\tan \beta L_1 + \tan \beta S_1) \tan \beta L_2}, F_{i+1}(\beta) = \frac{F_i(\beta) + \tan \beta S_i + \tan \beta L_{i+1}}{1 - \{F_i(\beta) + \tan \beta S_i\} \tan \beta L_{i+1}}$$

... (10)

式 (10) の漸化式の微分は式 (11) となる。

$$\begin{aligned} & \frac{F'_i(\beta) + S_i \sec^2 \beta S_i + L_{i+1} \sec^2 \beta L_{i+1}}{\{1 - (F_i(\beta) + \tan \beta S_i) \tan \beta L_{i+1}\}^2} + \\ & \frac{\tan^2 \beta L_{i+1} (F'_i(\beta) + S_i \sec^2 \beta S_i)}{\{1 - (F_i(\beta) + \tan \beta S_i) \tan \beta L_{i+1}\}^2} + \\ & \frac{(F_i(\beta) + \tan \beta S_i)^2 L_{i+1} \sec^2 \beta L_{i+1}}{\{1 - (F_i(\beta) + \tan \beta S_i) \tan \beta L_{i+1}\}^2} \end{aligned}$$

... (11)

5

式 (10) の初項を考慮すれば式 (11) は常に正であることが解る。

式 (10) の漸化式を用いることにより、 $L_i$  を決定する式 (12) が得られる。

$$\cot \beta_i L_i = \frac{F_{i-2}(\beta_i) + \tan \beta_i S_{i-2} + \tan \beta_i L_{i-1}}{1 - \{F_{i-2}(\beta_i) + \tan \beta_i S_{i-2}\} \tan \beta_i L_{i-1}} + \tan \beta_i S_{i-1} \dots (12)$$

10

式 (12) の右辺は常に正である。

従って、式 (13) が成り立ち、第 16 図の本発明のマルチモードアンテナの全長  $T$  は式 (14) で表現することができる。

15

$$\beta_i L_i < \frac{\pi}{2}, L_i < \frac{\lambda_i}{4}, i = 1, 2, \dots, n \quad \dots (13)$$

$$T < \frac{\lambda_1}{2} + \frac{\lambda_2}{2} + \frac{\lambda_3}{2} + \dots + \frac{\lambda_{n-1}}{2} + \frac{\lambda_n}{4} \quad \dots (14)$$

式(13)から解るように、本発明のマルチモードアンテナにおいては、マルチモード周波数の電磁波の最長波長の四分の一波長構造と他の波長の半波長構造が最大寸法を与える。

- 5 従来のマルチモードアンテナでは、このような各周波数で共振長を呈する異なる構造をアンテナ構造内に実現する場合は、それら異なる構造を電磁結合しないように必要な距離だけ離す必要があるが、本発明ではそのような必要はなく、連続配置が可能である。そのため、本発明のアンテナは、従来のアンテナよりも寸法が小さくなり、従ってインピーダンス整合の周波数帯域が拡大される効果が生じる。式(13)は不等式であり、多くの場合、本発明のアンテナは、前述した最大寸法条件により、小さい寸法でマルチモードアンテナを実現可能で、寸法低減、整合帯域拡大の効果は更に大きくなる。
- 10

前記説明は、第16図のトポロジー(網構造)を基に行なわれている。

- 15 ここで、第17A図及び第17B図の2構造を採り上げると、そのサセプタンス $Y_i$ は、それぞれ式(15)及び式(16)で表せる。

$$Y_{in} = jY_0 \frac{\tan \beta L_a + \tan \beta S_a + \tan \beta L_b}{1 - (\tan \beta L_a + \tan \beta S_a) \tan \beta L_b} \quad \dots (15)$$

20  $Y_{in} = jY_0 (\tan \beta S_{a1} + \tan \beta S_{a2} + \tan \beta S_{a3}) \quad \dots (16)$

これから、サセプタンスを零にする条件は、第17A図及び第17B図の2構造で同一である。

- 25 従って、第16図の構造に限らず、例えば $S_i$ に当たる部分に複数の先端開放伝送線路が結合するトポロジーでも、本発明は明らかに適用可能で有る。

第18図に示されるトポロジーは、第16図の動作原理説明図に従っ

て構成した 3 モードアンテナの例である。また、第 19 図に示されるトポロジーは、第 17 A 図及び第 17 B 図で示される原理を用いて第 16 図の原理構造を修正した 4 モードアンテナの例である。

アンテナが結合される高周波回路側から、アンテナの入カインピーダンスの実部に関する特別な要求（例えば、高周波基板に搭載されるフロントエンド部の半導体デバイスの特性インピーダンスが特に高いか或いは低いときに、同特性インピーダンスにアンテナの入カインピーダンスの実部を合せる等の要求）がある場合は、第 20 図で示されるトポロジーのように、第 18 図で示される 3 モード用のトポロジーに対するマルチモードの各周波数について給電点の実部を微調整する伝送線路を付加することが有効である。

以上のように、本発明により、3 モード以上の多モードで動作するアンテナを実現することができる。即ち、伝送線路として取り扱える、狭幅帯状導体、線状導体或いは狭幅ストリップ導体を用い、分布定数回路理論によって 3 モード以上のマルチモードアンテナを設計することが可能である。また、従来の複数アンテナ構造の一体化に見られたような放射導体の干渉低減の問題も生じないので、マルチモードアンテナを小型に実現すること及びアンテナの重要特性の一つである周波数帯域拡大に大きな効果を得ることができる。

20

#### 図面の簡単な説明

第 1 図は、本発明に係るアンテナの第 1 の実施形態を説明するための構造図であり、第 2 図は、本発明の第 2 の実施形態を説明するための構造図であり、第 3 図は、本発明の第 3 の実施形態を説明するための構造図であり、第 4 図は、本発明の第 4 の実施形態を説明するための構造図であり、第 5 A 図は、本発明の第 5 の実施形態を説明するための構造図

25

であり、第 5 B 図は、本発明の第 5 の実施形態を説明するための斜視図  
であり、第 6 A 図は、本発明の第 6 の実施形態を説明するための構造図  
であり、第 6 B 図は、本発明の第 6 の実施形態を説明するための斜視図  
であり、第 7 A 図は、本発明の第 7 の実施形態を説明するための構造図  
5 であり、第 7 B 図は、本発明の第 7 の実施形態を説明するための斜視図  
であり、第 8 図は、本発明の第 8 の実施形態を説明するための構造図で  
あり、第 9 図は、本発明の第 9 の実施形態を説明するための構造図であ  
り、第 10 図は、本発明の第 10 の実施形態を説明するための構造図で  
あり、第 11 図は、本発明の第 11 の実施形態を説明するための構造図  
10 であり、第 12 図は、本発明の第 12 の実施形態を説明するための構造  
図であり、第 13 図は、第 12 の実施形態の製品構造を説明するための  
構造図であり、第 14 A 図は、本発明の第 13 の実施形態を説明するた  
めの正面図であり、第 14 B 図は、本発明の第 13 の実施形態を説明す  
るための組立図であり、第 15 A 図は、本発明の第 14 の実施形態の第  
15 1 の製造工程を説明するための構造図であり、第 15 B 図は、本発明の  
第 14 の実施形態の第 2 の製造工程を説明するための構造図であり、第  
15 C 図は、本発明の第 14 の実施形態の第 3 の製造工程を説明するた  
めの構造図であり、第 16 図は、本発明のアンテナの原理を説明するた  
めの構成図であり、第 17 A 図は、本発明のアンテナの部分を説明する  
20 ための構成図であり、第 17 B 図は、本発明のアンテナの別の部分を説  
明するための構成図であり、第 18 図は、本発明のアンテナのトポロジ  
ー（網構造）を説明するための構成図であり、第 19 図は、本発明のア  
ンテナの別のトポロジー（網構造）を説明するための構成図であり、第  
20 20 図は、本発明のアンテナの更に別のトポロジー（網構造）を説明す  
るための構成図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明に係るアンテナ及びその製造方法並びに同アンテナを用いた携帯無線端末を図面に示した幾つかの実施形態を参照して更に詳細に説明する。

- 5      第1図に本発明の第1の実施形態を示す。本実施形態は3モードアンテナを成す。アンテナ1は、接地導体（グランド部）2、分岐部3 1，3 2、伝送線路4 1，4 2，5 1，6 1，6 2のそれぞれを一体化した構造となっている。電力の供給を行なう給電点7が伝送線路4 1の一端と接地導体2の一部分との間に形成される。また、本実施形態のアンテナ
- 10      ナ1は、一体金属板で構成される。

- 給電点7から接地導体2に垂直の方向に延ばした第一の伝送線路4 1に二分岐である第一の分岐部3 1が接続され、第一の分岐部3 1の一端に第一の先端開放伝送線路6 1が、別の一端に第二の伝送線路4 2が接地導体2と平行に配置して接続される。更に、この第一の分岐部3 1から延びた第二の伝送線路4 2の先に二分岐である第二の分岐部3 2が接続され、第二の分岐部3 2の一端と接地導体2との間に先端短絡伝送線路5 1が接続され、別の一端に接地導体2と平行に配置した第二の先端開放伝送線路6 2が接続される。
- 15

- 本発明のアンテナ1を構成する伝送線路4 1，4 2、先端短絡伝送線路5 1、先端開放伝送線路6 1，6 2は、分布定数回路素子である。従って、本発明のアンテナ1は、分布定数回路で構成された分布定数回路網となる。
- 20

- 本発明のアンテナ1は、この分布定数回路網において異なる3つの周波数帯で共振するように、伝送線路4 1，4 2、先端短絡伝送線路5 1、先端開放伝送線路6 1，6 2のそれぞれの寸法を定めることにより、3
- 25      モード動作を実現している。

本実施形態では、3つの周波数の例として、最小波長 $\lambda_1 = 129.9$  mm、中間波長 $\lambda_2 = 178.0$  mm、最長波長 $\lambda_3 = 451.1$  mmが選ばれ、伝送線路41 = 20 mm、伝送線路42 = 40 mm、伝送線路51 = 40 mm、伝送線路61 = 80 mm、伝送線路62 = 80 mmに設定される。伝送線路の全長は260 mmとなり、これは $\lambda_1 / 2 + \lambda_2 / 2 + \lambda_3 / 4 = 266.8$  mmより小で、式(14)が満たされる。

以上の伝送線路は、第1図に示すように、狭幅の帯状導体で構成される。これらの伝送線路は、その他に、線状導体又は狭幅のストリップ線路で構成することが可能である。

第2図に本発明の第2の実施形態を示す。第2図のアンテナ11は、第1図のアンテナ1における先端開放伝送線路62を先端短絡伝送線路52とした構造の3モードアンテナである。この構造により、第1の実施形態に比べ、構造の機械強度を増す効果がある。

本実施形態では、3つの周波数の例として、最小波長 $\lambda_1 = 85.2$  mm、中間波長 $\lambda_2 = 134.8$  mm、最長波長 $\lambda_3 = 235.3$  mmが選ばれ、伝送線路41 = 10 mm、伝送線路42 = 20 mm、伝送線路51 = 20 mm、伝送線路61 = 50 mm、伝送線路62 = 50 mmに設定される。伝送線路の全長は150 mmとなり、これは $\lambda_1 / 2 + \lambda_2 / 2 + \lambda_3 / 4 = 168.8$  mmより小で、式(14)が満たされる。

第3図に本発明の第3の実施形態を示す。第3図のアンテナ12は、第1図のアンテナ1において二分岐である第一の分岐部31を三分岐である分岐部33に替え、この分岐部33に新たな先端開放伝送線路63を接続し、アンテナを構成する素子数を増やした構造の3モードアンテナである。

この素子数を増やす構造により、分布定数回路網のパラメータを増やすことができ、これにより第1図のアンテナ1の効果に加えて、給電点におけるアンテナ入力インピーダンスの実部を微調整することが可能となる。

- 5      本実施形態では、3つの周波数の例として、最小波長 $\lambda_1 = 104.7$  mm、中間波長 $\lambda_2 = 219.8$  mm、最長波長 $\lambda_3 = 322.6$  mmが選ばれ、伝送線路41 = 10 mm、伝送線路42 = 20 mm、伝送線路51 = 20 mm、伝送線路61 = 40 mm、伝送線路62 = 40 mm、伝送線路63 = 70 mmに設定される。伝送線路の全長は200 m  
10   mとなり、これは、 $\lambda_1 / 2 + \lambda_2 / 2 + \lambda_3 / 4 = 243$  mmより小で、式(14)が満たされる。

第4図に本発明の第4の実施形態を示す。第4図のアンテナ13は、接地導体2の一部に溝8を構成し、その溝8に先端開放伝送線路63を収納した構造の3モードアンテナである。

- 15      第4図において、給電点7から接地導体2に垂直な方向に延ばした第一の伝送線路41に二分岐である第一の分岐部31を接続し、この第一の分岐部31の一端と接地導体2との間に先端短絡伝送線路52を形成し別の一端に第二の伝送線路42を接地導体2と平行に接続する。更に、この第一の分岐部31から延びた第二の伝送線路42の先に二分岐である第二の分岐部32を接続し、この第二の分岐部の一端に接地導体2と  
20   平行に第一の先端開放伝送線路62を接続し、別の一端に接地導体に向けて垂直に延ばし且つ接地導体2の溝8に収納される第一の先端開放伝送線路62よりも寸法の長い第二の先端開放伝送線路63を接続している。

- 25      本実施形態では、3つの周波数の例として、最小波長 $\lambda_1 = 80.4$  mm、中間波長 $\lambda_2 = 103.8$  mm、最長波長 $\lambda_3 = 397.4$  mm



が選ばれ、伝送線路 4 1 = 1 0 mm、伝送線路 4 2 = 2 0 mm、伝送線路 5 2 = 3 0 mm、伝送線路 6 2 = 4 0 mm、伝送線路 6 3 = 6 0 mm に設定される。伝送線路の全長は 1 6 0 mm となり、これは、 $\lambda 1 / 2 + \lambda 2 / 2 + \lambda 3 / 4 = 1 9 1 . 5 \text{ mm}$  より小で、式 (1 4) が満たされる。

この構造により、先端開放伝送線路 6 3 の寸法が長い場合、アンテナ全体を取り巻くように先端開放伝送線路 6 3 を配置するよりもアンテナ自体の機械強度を増す効果がある。

なお、先端短絡伝送線路においても同様なことが起こる場合、本発明のアンテナ 1 3 の先端開放伝送線路 6 3 と同じように、該先端短絡伝送線路を接地導体の溝に収納するように接続しても同様な効果が得られる。

第 5 A 図、第 5 B 図に本発明の第 5 の実施形態を示す。第 5 A 図、第 5 B 図の 3 アンテナ 1 4 は、一体金属板のアンテナ構造を誘電体層で支持し、同一金属板の裏面部にストリップ導体パターン形成した構造の 3 モードアンテナである。第 1 図のアンテナ 1 において二分岐である第一の分岐部 3 1 の一端に接続された第一の先端開放伝送線路 6 1 を該先端開放伝送線路 6 1 よりも寸法の長い先端開放伝送線路 6 4 に替えるため、誘電体層 9 に設けたスルーホール 1 0 0 を使用し、誘電体層 9 の一面と別の一面で先端開放伝送線路 6 4 を形成する構造である。

この構造により、誘電体層の誘電率の波長短縮効果でアンテナサイズを縮小する効果がある。

第 6 A 図、第 6 B 図に本発明の第 6 の実施形態を示す。第 6 A 図、第 6 B 図のアンテナ 1 5 は、3 モードアンテナを成し、第 4 図の本発明のアンテナ 1 3 を誘電体層 9 で支持し、さらにアンテナ 1 3 の接地導体 2 の端から誘電体層 9 を貫通しアンテナ 1 3 の裏面部に達する複数のスルーホール 1 0 0 を使用して、誘電体層 9 のもう一面に構成した第二の接

地導体 2 1 とアンテナ 1 3 の接地導体 2 とを接続した構造である。

この構造により、回路基板を構成する誘電体材質の誘電率の波長短縮効果でアンテナサイズを縮小すると共に、接地導体面積を増大させ、アンテナの動作を安定化させる効果がある。

5      第 7 A 図、第 7 B 図に本発明の第 7 の実施形態を示す。第 7 A 図、第 7 B 図のアンテナ 1 6 は、誘電体層 9 の一面に構成した第 4 図のアンテナ 1 3 の接地導体 2 と誘電体層 9 のもう一面に構成した接地導体 2 1 との接続に、誘電体層の側面に形成しためっき層 7 2 を用いる構造の 3 モードアンテナである。

10      この構造により、第 6 の実施形態で採用したスルーホールを作製する手間を省き、第 6 の実施形態と同様な効果をより少ない製造コストで得られる効果がある。

第 8 図に本発明の第 8 の実施形態を示す。本実施形態は、第 1 図のアンテナ 1 の構造全体に丸みを持たすように曲げた構造になっている。本  
15      実施形態の構造は、先ず第 1 図のアンテナ構造を一体金属板で打ち抜きプレス加工にて製作し、次に、曲げプレス加工にて低コストに製作可能である。

本実施形態のアンテナ構造は、アンテナを搭載する無線端末の筐体の内部形状が曲面である場合、実質的にアンテナが占有出来る該筐体内の  
20      体積を大きく取ることができるので、アンテナ設計の自由度が上がり、結果として設計工数の短縮を可能とする効果が生じる。

第 9 図に本発明の第 9 の実施形態を示す。本実施形態は、第 9 図は、第 1 図のアンテナ構造の伝送線路 4 1 が長くなる 3 モードアンテナである。伝送線路 4 1 の長さを確保する為に接地導体 2 の周囲に沿って同伝  
25      送線路が形成される。更に、先端開放伝送線路 6 1, 6 2 が接地導体内に形成したメアング形状の溝 8 1, 8 2 の中に設けられる。

本実施形態の構成により、アンテナの構成要素である伝送線路の全長が長い場合に、これら伝送線路を小寸法内に実現することが可能となる。本技術の適用は先端短絡伝送線路の場合も当然可能である。

- 第 10 図に本発明の第 10 の実施形態を示す。第 9 図の実施形態と異なる点は、先端開放伝送線路を接地導体内に実現する為の溝 83, 84 の形状が角型スパイラル形状であることである。スパイラル形状にすることにより、インダクタンス成分が増加し、等価的に該先端開放伝送線路の物理長を低減することが可能となる。これにより、接地導体の面積が増加し、アンテナ動作の安定度を向上させることが可能となる。
- 10 第 11 図に本発明の第 11 の実施形態を示す。第 10 図の実施形態と異なる点は、先端開放伝送線路を接地導体内に実現する為の溝 85, 86 の形状が円形スパイラル形状であることである。角型スパイラル形状に比べて円形スパイラル形状は構造の不連続性が少ないので、同スパイラル形状の寸法精度に対する電気特性の変化を小さくすることができる。
- 15 このため、製造歩留まりを向上させることができ、結果としてアンテナ製品の製造コストを引き下げる効果が生じる。

- 第 12 図に本発明の第 12 の実施形態を示す。本実施形態では、給電に同軸ケーブルが用いられる。第 12 図に示すように、第 1 図のアンテナ 1 の給電点 7 に同軸ケーブル 71 が接続され、同軸ケーブル 71 を介して電力の供給が行なわれる。
- 20

同軸ケーブルは高周波帯での伝送損失が低い特性があるため、アンテナへの電力の供給を効率良く行なう効果がある。更に、同軸ケーブルの使用により、アンテナから離れた所にある通信モジュール等との接続が可能になり、アンテナの設置位置の自由度を広げる効果がある。

- 25 第 1 図のアンテナ 1 に同軸給電線 71 を設けた第 12 図によるアンテナの製品構造の一例を第 13 図に示す。第 13 図のアンテナは、第 12

図で示される同軸給電線を構成要素として含み、該同軸給電線とアンテナ給電部との結合部を除いて、薄い誘電体シート 72 によりアンテナ全体がラミネートされる。誘電体シートとしては、例えばポリイミド系の材料を用いることができる。同軸給電線とアンテナ給電部との結合部は、

5 該同軸線路外導体とアンテナの接地導体部及び該同軸線路内導体とアンテナの給電点を含む伝送線路が後工程にて半田付け等の電氣的接合が可能な程度に限り、アンテナを構成する導体を露出させ、アンテナの他の導体部は、外的要因による劣化を防ぐため、極力誘電体シートにて覆われることが望ましい。

10 本実施形態は、第 13 図に示す製品構造とすることにより、アンテナが無線端末筐体内で他の電子・電気部品と接触することを防ぐと共に、アンテナを構成する一体金属板の外的要因による腐食、劣化等を防ぎ、アンテナ特性の時間的安定度（経年変化）を向上させる効果がある。

第 14 A 図、第 14 B 図に本発明の第 13 の実施形態を示す。第 14

15 A 図、第 14 B 図において、130 は、第 1 図の本発明のマルチモードアンテナ 1 を内蔵した携帯電話（携帯無線端末）、142 は携帯電話 130 のスピーカである。

第 14 B 図において、携帯電話 130 の表面カバー 131 と裏面カバー 132 との間に配置される回路基板 140 が配置される。この回路基板 140 と裏面カバー 132 との間で本体のスピーカ 142 の後方、即ち本体上側の位置に本発明のマルチモードアンテナ 1 が設置される。回路基板 140 に高周波回路の給電部 141 が設置され、この給電部 141 と本発明のマルチモードアンテナ 1 の給電部 7 とが接続される。

20

携帯電話を使用する際、使用者の手が携帯電話の本体上側の本体裏面

25 側にまでかかることはほとんど無い。そのためアンテナを内蔵する位置を携帯電話の本体上側で本体裏面側にすることで、使用者の手によるア

ンテナの送受信感度の劣化を少なくする効果がある。

現在、マルチメディア無線端末では、画像サービスが重要なアプリケーションとなってきた。画像サービスの進展に伴い、無線端末に使用される液晶等のディスプレイは大型化する傾向にある。特に、端末自  
5 体の体積が小さい携帯移動無線電話ではその傾向が著しい。小さい体積で大きな映像画面を実現する為に、マルチメディア端末では、折り畳み形状の筐体採用が進行しつつある。折り畳み形状では、実質的にアンテナを搭載する空間の厚さ方向が著しく制限されるので、薄板形状をなす本発明のマルチモードアンテナの適合性が極めて高い。本発明のマルチ  
10 モードアンテナを採用することにより、大型表示部を備えたマルチメディア端末の折り畳み筐体において、その大型表示部の裏面部にアンテナを搭載することが可能となる。

なお、本実施形態の携帯電話には第1図の第1の実施形態のマルチモードアンテナ1を搭載したが、これに限らず、第2～第12の実施形態  
15 のいずれのアンテナも搭載することが可能である。

第15A図～第15C図に本発明の第14の実施形態を示す。同図において、本発明のマルチモードアンテナの製造方法の一実施形態が示される。本実施形態では、アンテナの構成要素である伝送線路が先端短絡伝送線路を含まない場合、また先端短絡伝送線路と接地導体間の接合の  
20 物理的強度が取れない場合の製造方法が取り上げられる。

まず、第15A図に示すように、一連・一体の伝送線路部と接地導体との接合の物理的強度を確保する為の支持導体部73と一体としてアンテナ構造全体を金属プレス打ち抜き工程によって作成する。

次に、第15B図に示すように、薄い誘電体シート72を用いて、ア  
25 ンテナの給電部と該支持導体部を除く全体をラミネート加工工程にて覆う。

続いて、第 15 C 図に示すように、再び金属プレス打ち抜き工程によって、本質的にアンテナ動作に不要な支持導体部を切り落とす。最後に、同軸ケーブルを半田付け工程によりアセンブリし、製品としてのアンテナの製造完了とする。

- 5      本実施形態の技術を適用することにより、接地導体と伝送線路との相対的位置関係を精度良く製作することが可能となり、結果として製品歩留まりを向上させる効果が生じる。

- 10      以上、本発明によれば、複数の周波数において、単一の給電部で、高周波回路部と自由空間の良好なインピーダンス整合が伝送線路を用いて可能となり、3モード以上の多モードで動作するアンテナを実現することができる。また、複数の周波数で伝送線路を共有する構造を実現できるため、マルチモードアンテナの小型化及びマルチモードアンテナの整合帯域拡大に大きな効果が得られる。

## 15      産業上の利用可能性

本発明に係るアンテナは、携帯型の無線通信装置に用いて好適であり、特に複数の周波数を用いてマルチメディアサービスを提供するシステムのマルチメディア無線端末に用いるのに適している。

## 請 求 の 範 囲

1. 接地電位を有する接地導体と、  
上記接地導体の一端とする単一の給電点と、
- 5    上記給電点に供給された高周波電力を入力して複数の周波数の電磁波を空間に放射する複数の伝送線路とを具備し、  
上記複数の伝送線路は、複数の周波数の電磁波を共通して空間に放射する伝送線路を含み、上記給電点において上記複数の周波数に対してインピーダンス整合が行なわれることを特徴とするアンテナ。
- 10   2. 上記接地導体、上記給電点及び上記複数の伝送線路が一体金属板によって形成されることを特徴とする請求の範囲第1項に記載のアンテナ。  
3. 上記複数の周波数が2周波数の場合、上記複数の伝送線路の全長が第1の周波数の電磁波の四分の一波長と第1の周波数より高い第2の周波数の電磁波の二分の一波長の和より短いことを特徴とする請求の範囲
- 15   第1項に記載のアンテナ。  
4. 上記複数の周波数が3周波数の場合、上記複数の伝送線路の全長が第1の周波数の電磁波の四分の一波長と、第1の周波数より高い第2及び第3の周波数の電磁波の夫々二分の一波長との和より短いことを特徴とする請求の範囲第1項に記載のアンテナ。
- 20   5. 上記複数の周波数が $n$ 周波数の場合、上記複数の伝送線路の全長が第1の周波数の電磁波の四分の一波長と、第1の周波数より高い第2、第3、第4、…及び第 $n$ の周波数の電磁波の各二分の一波長との和より短いことを特徴とする請求の範囲第1項に記載のアンテナ。  
6. 上記複数の伝送線路の内のいずれかの伝送線路の片側に接地導体が
- 25   位置することを特徴とする請求の範囲第1項に記載のアンテナ。  
7. 接地電位を有する接地導体と、

上記接地導体の一端とする単一の給電点と、

上記給電点に供給された高周波電力を入力して複数の周波数の電磁波を空間に放射する複数の伝送線路とを具備し、

上記複数の伝送線路は、複数の周波数の電磁波を共通して空間に放射  
5 する伝送線路を含み、

上記複数の周波数が2周波数の場合、上記複数の伝送線路は、一端が上記給電点に接続され、他端が分岐点に接続された伝送線路と、上記分岐点に接続された伝送線路とを含み、

上記複数の周波数が3周波数以上の場合、上記複数の伝送線路は、一  
10 端が上記給電点に接続され、他端が分岐点に接続された伝送線路と、分岐点間に接続された伝送線路と、上記分岐点に接続された伝送線路とを含み、

上記給電点において上記複数の周波数に対してインピーダンス整合が行なわれるように上記複数の伝送線路のそれぞれの長さが設定されるこ  
15 とを特徴とするアンテナ。

8. 上記接地導体、上記給電点及び上記複数の伝送線路が一体金属板によって形成されることを特徴とする請求の範囲第7項に記載のアンテナ。

9. 上記複数の周波数が2周波数の場合、上記複数の伝送線路の全長が第1の周波数の電磁波の四分の一波長と第1の周波数より高い第2の周  
20 波数の電磁波の二分の一波長の和より短いことを特徴とする請求の範囲第7項に記載のアンテナ。

10. 上記複数の周波数が3周波数の場合、上記複数の伝送線路の全長が第1の周波数の電磁波の四分の一波長と、第1の周波数より高い第2及び第3の周波数の電磁波の夫々二分の一波長との和より短いことを特  
25 徴とする請求の範囲第7項に記載のアンテナ。

11. 上記複数の周波数が $n$ 周波数の場合、上記複数の伝送線路の全長



が第 1 の周波数の電磁波の四分の一波長と、第 1 の周波数より高い第 2、第 3、第 4、…及び第 n の周波数の電磁波の各二分の一波長との和より短いことを特徴とする請求の範囲第 7 項に記載のアンテナ。

1 2. 上記複数の伝送線路の内のいずれかの伝送線路の片側に接地導体が位置することを特徴とする請求の範囲第 7 項に記載のアンテナ。

1 3. 上記給電点又は上記分岐点の少なくともいずれかにインピーダンス調整用の伝送線路が更に接続されることを特徴とする請求の範囲第 7 項に記載のアンテナ。

1 4. 接地電位を有する接地導体と、  
10 上記接地導体の一端とする単一の給電点と、  
上記給電点に供給された高周波電力を入力して複数の周波数の電磁波を空間に放射する複数の伝送線路とを具備し、

上記複数の伝送線路は、複数の周波数の電磁波を共通して空間に放射する伝送線路を含み、上記給電点において上記複数の周波数に対してインピーダンス整合が行なわれるアンテナの製造方法であって、  
15

上記複数の伝送線路及び上記接地導体を金属板プレス加工によって形成する工程を含むことを特徴とするアンテナの製造方法。

1 5. 接地電位を有する接地導体と、  
上記接地導体の一端とする単一の給電点と、  
20 上記給電点に供給された高周波電力を入力して複数の周波数の電磁波を空間に放射する複数の伝送線路とを具備し、

上記複数の伝送線路は、複数の周波数の電磁波を共通して空間に放射する伝送線路を含み、

上記複数の周波数が 2 周波数の場合、上記複数の伝送線路は、一端が  
25 上記給電点に接続され、他端が分岐点に接続された伝送線路と、上記分岐点に接続された伝送線路とを含み、

上記複数の周波数が3周波数以上の場合、上記複数の伝送線路は、一端が上記給電点に接続され、他端が分岐点に接続された伝送線路と、分岐点間に接続された伝送線路と、上記分岐点に接続された伝送線路とを含み、

- 5     上記給電点において上記複数の周波数に対してインピーダンス整合が行なわれるように上記複数の伝送線路のそれぞれの長さが設定されるアンテナの製造方法であって、

上記複数の伝送線路及び上記接地導体を金属板プレス加工によって形成する工程を含むことを特徴とするアンテナの製造方法。

- 10    16. 接地電位を有する接地導体と、

上記接地導体の一端とする単一の給電点と、

上記給電点に供給された高周波電力を入力して複数の周波数の電磁波を空間に放射する複数の伝送線路とを具備し、

- 15    上記複数の伝送線路は、複数の周波数の電磁波を共通して空間に放射する伝送線路を含み、上記給電点において上記複数の周波数に対してインピーダンス整合が行なわれるアンテナを内部に搭載してなることを特徴とする携帯無線端末。

17. 接地電位を有する接地導体と、

上記接地導体の一端とする単一の給電点と、

- 20    上記給電点に供給された高周波電力を入力して複数の周波数の電磁波を空間に放射する複数の伝送線路とを具備し、

上記複数の伝送線路は、複数の周波数の電磁波を共通して空間に放射する伝送線路を含み、

- 25    上記複数の周波数が2周波数の場合、上記複数の伝送線路は、一端が上記給電点に接続され、他端が分岐点に接続された伝送線路と、上記分岐点に接続された伝送線路とを含み、

上記複数の周波数が3周波数以上の場合、上記複数の伝送線路は、一端が上記給電点に接続され、他端が分岐点に接続された伝送線路と、分岐点間に接続された伝送線路と、上記分岐点に接続された伝送線路とを含み、

- 5 上記給電点において上記複数の周波数に対してインピーダンス整合が行なわれるように上記複数の伝送線路のそれぞれの長さが設定されるアンテナを内部に搭載してなることを特徴とする携帯無線端末。

## 要 約 書

安価且つ小型のマルチメディア無線端末を具現するための、特に 3 モード以上の多モードで動作する小型のアンテナ及びその製造方法並びに

5 同アンテナを搭載する携帯無線端末が提供される。接地電位を有する接地導体 2 と、接地導体 2 の一部を一端とする単一の給電点 7 と、給電点 7 に供給された高周波電力を入力してそれぞれが 3 モードの 3 周波数の電磁波を空間に放射する複数の伝送線路とを備える。これら伝送線路は、一端が給電点 7 に接続され、他端が分岐点 3 1 に接続された伝送線路 4

10 1 と、分岐点 3 1, 3 2 間に接続された伝送線路 4 2 と、上記分岐点に接続された伝送線路 5 1, 6 1, 6 2 とからなり、給電点 7 において複数の周波数に対してインピーダンス整合が行なわれるように伝送線路のそれぞれの長さが設定される。アンテナ 1 は、一体金属板で形成される。